

Method to generate computer tomography images of object, e.g. patient, involves detecting segment of projection data for each selected phase of object and combining segments to form projection dataset

Patent Number: DE10063636

Publication date: 2001-07-12

Inventor(s): ACHARYA KISHORE CHANDRA (US); FOX STANLEY H (US); HSIEH JIANG (US); HE HUI DAVID (US); HU HUI (US); SUN YI (US)

Applicant(s): GE MED SYS GLOBAL TECH CO LLC (US)

Requested
Patent: ☐ DE10063636

Application
Number: DE20001063636 20001220

Priority Number
(s): US19990473247 19991227

IPC
Classification: A61B6/03; G01N23/04

EC Classification: A61B5/00B, A61B6/00F, A61B6/03B4, G01N23/04D

Equivalents: ☐ JP2001218766

Abstract

The method involves identifying a physiological cycle of the patient (28), which has a number of phases and selecting at least one phase. At least one segment of projection data is detected for each selected phase of the object during each rotation of each X-ray source (16). A projection dataset is generated by combining each data segment. A cross-section image is generated of the whole patient. The image or its associated data are communicated to a remote unit for transmission over a network. An Independent claim is included for a computer tomography system for use with the method.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Off nl ungungsschrift
10 DE 100 63 636 A 1

51 Int. Cl.⁷:
A 61 B 6/03
G 01 N 23/04

21 Aktenzeichen: 100 63 636.5
22 Anmeldetag: 20. 12. 2000
43 Offenlegungstag: 12. 7. 2001

DE 100 63 636 A 1

30 Unionspriorität:
473247 27. 12. 1999 US

71 Anmelder:
GE Medical Systems Global Technology Company
LLC, Waukesha, Wis., US

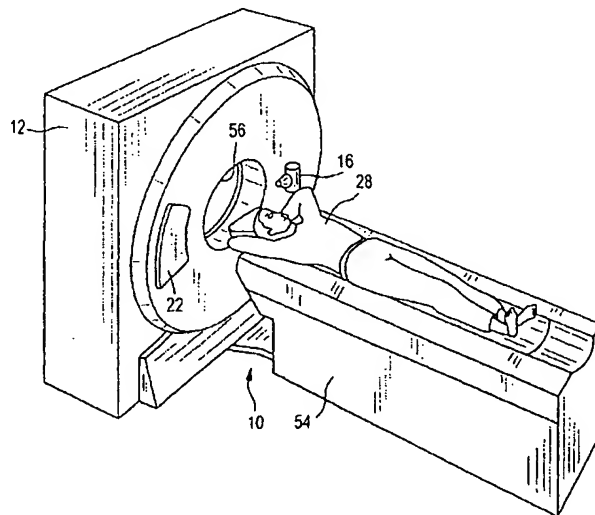
74 Vertreter:
Tiedtke, Bühling, Kinne & Partner, 80336 München

72 Erfinder:
Hu, Hui, Waukesha, Wisconsin, US; Hsieh, Jiang,
Brookfield, Wisconsin, US; Fox, Stanley H.,
Brookfield, Wisconsin, US; Acharya, Kishore
Chandra, Brookfield, Wisconsin, US; He, Hui David,
Waukesha, Wisconsin, US; Sun, Yi, Waukesha,
Wisconsin, US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Volumen-Computertomographiesystem zur Herzabbildung mit einem System zur Kommunikation von diesen Daten über ein Netz

57 Es ist ein Verfahren zur Erzeugung eines Bildes eines Objekts (28) unter Verwendung eines Computertomographie-(CT-)Abbildungssystems (1016) beschrieben, das zumindest ein Röntgenerfassungsarray (22) und zumindest eine rotierende Röntgenquelle (16) enthält, die einen Röntgenstrahl (20) projiziert. Das Verfahren enthält die Schritte der Identifikation eines physiologischen Zyklus des Objekts (28) (der Zyklus umfasst eine Vielzahl von Phasen), der Auswahl zumindest einer Phase des Objekts (28), der Erfassung zumindest eines Segments von Projektionsdaten für jede ausgewählte Phase des Objekts (28) während jeder Drehung jeder Röntgenquelle (16), der Erzeugung eines Projektionsdatensatzes durch Kombination der Projektionsdatensegmente, der Erzeugung eines Querschnittbildes des gesamten Objekts (28) aus dem Projektionsdatensatz und der Kommunikation des Bildes oder der mit dem Bild assoziierten Daten zu einer entfernten Einrichtung (1022). Die entfernte Einrichtung (1022) stellt Ferndienste über ein Netz (1080) bereit.



DE 100 63 636 A 1

Diese Anmeldung ist eine Continuation-In-Part-(CIP)-Anmeldung mit der US-Anmeldenummer 09/307400 und dem Titel "Volumetric Computed Tomography System for Cardiac Imaging", von Hu et al. eingereicht am 07. Mai 1999.

Die Erfindung bezieht sich allgemein auf das Gebiet der medizinischen Diagnosesysteme, wie Abbildungssysteme. Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf ein System und ein Verfahren zur Erzeugung von Bildern eines sich bewegendes Objekts.

Bei zumindest einem bekannten CT-Systemaufbau projiziert eine Röntgenquelle einen fächerförmigen Strahl, der kollimiert ist, so dass er in einer X-Y-Ebene eines kartesischen Koordinatensystems liegt, die allgemein als Abbildungsebene bezeichnet wird. Der Röntgenstrahl fällt durch das abgebildete Objekt, wie einen Patienten. Nachdem der Strahl durch das Objekt gedämpft wurde, trifft er auf ein Array von Strahlungserfassungseinrichtungen. Die Intensität der gedämpften, an dem Erfassungsarray empfangenen Strahlung hängt von der Dämpfung des Röntgenstrahls durch das Objekt ab. Jedes Erfassungselement des Arrays erzeugt ein separates elektrisches Signal, das ein Maß der Strahldämpfung am Erfassungsort ist. Die Dämpfungsmaßnahme von allen Erfassungseinrichtungen werden separat zur Erzeugung eines Übertragungsprofils erfasst.

Bei zumindest einem bekannten Abbildungssystemtyp, der allgemein als Computertomographie-(CT-)System bekannt ist, drehen sich die Röntgenquelle und das Erfassungsarray mit einem Fasslager in der Abbildungsebene und um das abgebildete Objekt, so dass sich der Winkel, an dem der Röntgenstrahl des Objekt schneidet, konstant ändert. Eine Gruppe von Röntgendämpfungsmaßen, das heißt Projektionsdaten, von dem Erfassungsarray bei einem Fasslagerwinkel wird als "Ansicht" bezeichnet. Eine "Abtastung" des Objekts umfasst einen Satz von Ansichten bei verschiedenen Fasslagerwinkeln während einer Umdrehung der Röntgenquelle und der Erfassungseinrichtung. Bei einer axialen Abtastung werden die Projektionsdaten zur Ausbildung eines Bildes verarbeitet, das einem zweidimensionalen Schnitt durch das Objekt entspricht.

Ein Verfahren zur Rekonstruktion eines Bildes aus einem Satz von Projektionsdaten wird in der Technik als gefiltertes Rückprojektionsverfahren bezeichnet. Bei diesem Verfahren werden die Dämpfungsmaße von einer Abtastung in ganze Zahlen, sogenannte "CT-Zahlen" oder "Hounsfield-Einheiten" umgewandelt, die zur Steuerung der Helligkeit eines entsprechenden Bildelements auf einer Kathodenstrahlröhrenanzeigeeinrichtung verwendet werden.

Zur Verringerung der für Mehrfachschnitte erforderlichen Gesamtabtastzeit kann eine Wendelabtastung durchgeführt werden. Zur Durchführung einer Wendelabtastung wird der Patient bewegt, während die Daten für die vorgeschriebene Anzahl an Schnitten erfasst werden. Bei einem derartigen System wird eine einzelne Helix bzw. Wendel aus einer Fächerstrahlwendelabtastung erzeugt. Die durch den Fächerstrahl ausgebildete Wendel liefert Projektionsdaten, aus denen Bilder an jedem vorgeschriebenen Schnitt rekonstruiert werden können. Außer einer verringerten Abtastzeit liefert die Wendelabtastung weitere Vorteile, wie eine verbesserte Bildqualität und eine bessere Steuerung des Kontrasts.

Bei der Wendelabtastung wird wie vorstehend beschrieben lediglich eine Ansicht von Daten an jedem Schnittort erfasst. Zur Rekonstruktion eines Bildes eines Schnitts werden die anderen Ansichtdaten für den Schnitt beruhend auf den für andere Ansichten erfassten Daten erzeugt.

Wendelrekonstruktionsalgorithmen sind bekannt und bei-

spielsweise bei C. Crawford und K. King, "Computed Tomography Scanning with Simultaneous Patient Translation", Med. Phys. 17 (6), Nov/Dez 1990, beschrieben.

Zur Erzeugung von Bildern eines sich schnell bewegendes Objekts, wie eines Herzens, weisen bekannte Abbildungssysteme minimierte Bewegungsartefakte auf, die durch die Bewegung des Herzens verursacht werden, indem ein Fasslager mit hoher Rotationsgeschwindigkeit verwendet wird, oder indem eine Elektronenstrahltechnik angewendet wird. Allerdings erhöht das Hochgeschwindigkeitsfasslagersystem die auf die Röntgenquelle und die Erfassungseinrichtung wirkende Kraft erheblich, was die Leistung des Systems beeinflusst. Die Elektronenstrahltechnik erfordert eine sehr komplexe Entwicklung, die die Kosten der Abtasteinrichtung erheblich erhöht. In Folge dessen sind wenige Systeme zur Erzeugung von Bildern eines sich bewegendes Herzens ohne Erzeugung von Bildern mit merklichen Bewegungsartefakten fähig.

Zur Erzeugung von Bildern eines sich bewegendes Objekts sollte ein Abbildungssystem ausgebildet werden, das Segmente von Projektionsdaten einer ausgewählten Phase des Objekts gewinnt, so dass durch die Kombination der Segmente Bewegungsartefakte minimiert werden. Dieses System sollte auch derart ausgebildet werden, dass es ein Querschnittbild des gesamten Objekts für eine ausgewählte Phase des Objekts erzeugt.

Lösungen der vorstehend beschriebenen Probleme enthielten bisher keine merklichen Fernbedienungsmöglichkeiten. Insbesondere wurden keine Kommunikationsnetze, wie das Internet oder private Netze zur Bereitstellung von Ferndiensten für diese medizinischen Diagnosesysteme verwendet. Der Vorteil von Ferndiensten, wie einer Fernüberwachung, einer Fernsystemsteuerung, eines unmittelbaren Dateizugriffs von entfernten Orten, einer Ferndateispeicherung und Archivierung, Fernbetriebsmittelsammlung, Fernaufzeichnung, Ferndiagnose und Fernhochgeschwindigkeitsberechnungen wurden daher bisher nicht angewendet, um die vorstehend beschriebenen Probleme zu lösen.

Es besteht demnach das Bedürfnis nach einem medizinischen Diagnosesystem, das die Vorteile von Ferndiensten liefert und die vorstehend angeführten Probleme aufgreift. Insbesondere besteht das Bedürfnis nach einem Fernupgrade, einer Ferndiagnose, einer Fernwartung, Fernbetrachtung, Ferndateispeicherung, Fernsteuerung und Ferneinstellungen von Systemparametern und Funktionen. Des weiteren besteht das Bedürfnis nach Vertragsgestaltungen, wie Lizenzen pro Gebrauch, die die medizinische Diagnoseausrüstung beruhend auf dem Gebrauch leasen. Außerdem können die Ferndienste auch eine Online-Expertenunterstützung für Bildabtastverfahren, Bildanalyse, Pathologieerfassung, Abbildungseinheitwartung und andere Experten-unterstützte Funktionen enthalten.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Erzeugung eines Bildes eines Objekts unter Verwendung eines Computertomographie-(CT)-Abbildungssystems. Das Abbildungssystem enthält zumindest ein Röntgenerfassungsarray und zumindest eine rotierende Röntgenquelle, die einen Röntgenstrahl projiziert. Das Verfahren enthält die Schritte der Identifizierung eines physiologischen Zyklus des Objekts (der Zyklus enthält eine Vielzahl von Phasen), der Auswahl zumindest einer Phase des Objekts, der Erfassung zumindest eines Segments von Projektionsdaten für jede ausgewählte Phase des Objekts während jeder Umdrehung jeder Röntgenquelle, der Erzeugung eines Projektionsdatensatzes durch Kombinieren der Projektionsdatensegmente, und der Erzeugung eines Querschnittbildes des gesamten Objekts aus dem Projektionsdatensatz.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung betrifft ein Computertomographie-(CT)-Abbildungssystem zur Erzeugung eines Bildes eines Objekts. Das Abbildungssystem enthält zumindest ein Röntgenerfassungsarray und zumindest eine rotierende Röntgenquelle, die einen Röntgenstrahl projiziert. Das Abbildungssystem ist derart eingerichtet, dass es einen physiologischen Zyklus des Objekts (der Zyklus enthält eine Vielzahl von Phasen) identifiziert, einem Bediener die Auswahl zumindest einer Phase des Objekts ermöglicht, zumindest ein Segment an Projektionsdaten für jede ausgewählte Phase des Objekts während jeder Drehung jeder Röntgenquelle erfasst, einen Projektionsdatensatz durch Kombination der Projektionsdatensegmente erzeugt, und ein Querschnittbild des gesamten Objekts aus dem Projektionsdatensatz erzeugt.

Weitere prinzipielle Merkmale und Vorteile der Erfindung werden aus den folgenden Figuren, der näheren Beschreibung und der beigefügten Patentansprüche für den Fachmann ersichtlich.

Nachstehend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung beschrieben, wobei gleiche Bezugszeichen gleiche Elemente bezeichnen. Es zeigen:

Fig. 1 eine bildliche Darstellung eines CT-Abbildungssystems,

Fig. 2 ein schematisches Blockschaltbild des in **Fig. 1** dargestellten Systems,

Fig. 3 eine Darstellung eines physiologischen Zyklus des Herzens,

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer Reihe von medizinischen Diagnosesystemen, die mit einer Diensteeinrichtung über eine Netzverbindung zur Bereitstellung von Ferndiensten und eines Datenaustauschs zwischen den Diagnosesystemen und der Diensteeinrichtung verbunden sind,

Fig. 5 ein Blockschaltbild des in **Fig. 4** dargestellten Systems, das bestimmte Funktionselemente der Diagnosesysteme und der Diensteeinrichtung veranschaulicht,

Fig. 6 ein Blockschaltbild bestimmter Funktionselemente in einem Diagnosesystem des in **Fig. 4** und **Fig. 5** gezeigten Typs zur Erleichterung einer interaktiven Fernbedienung des Diagnosesystems, und

Fig. 7 ein Blockschaltbild bestimmter Funktionselemente der in **Fig. 4** und **Fig. 5** gezeigten Diensteeinrichtung zur Bereitstellung einer interaktiven Fernbedienung für eine Vielzahl medizinische Diagnosesysteme.

In den **Fig. 1** und **2** ist ein Abbildungssystem **10** als Computertomographie-(CT)-Abbildungssystem einer dritten Generation gezeigt, das ein Fasslager **12** mit zumindest einer rotierenden Röntgenquelle **16** zeigt, die von einem Brennpunkt **18** aus Röntgenstrahlen **20** zu einem Erfassungsarray **22** projiziert. Die Röntgenstrahlen **20** erstrecken sich von der Quelle **16** entlang einer Strahlebene **24**. Die Strahlebene **24**, die allgemein als Fächerstrahlebene bezeichnet wird, enthält die Mittellinie des Brennpunkts **18** und die Mittellinie des Strahls **20** jeder Quelle **16**. Jeder Röntgenstrahl **20** wird durch einen (nicht gezeigten) Kollimator kollimiert, dass er in einer X-Y-Ebene eines kartesischen Koordinatensystems liegt, die allgemein als Abbildungsebene bezeichnet wird. Jedes Erfassungsarray **22** ist aus einem Array von Erfassungselementen **26** gebildet, die zusammen die projizierten Röntgenstrahlen erfassen, die durch einen medizinischen Patienten **28** fallen. Das Erfassungsarray **22** kann eine Einfachschmitterfassungseinrichtung oder eine Mehrfachschmitterfassungseinrichtung sein. Jedes Erfassungselement **26** erzeugt ein elektrisches Signal, das die Intensität eines auftreffenden Röntgenstrahls und damit die Dämpfung des Strahls darstellt, wenn er durch den Patienten **28** fällt. Während einer Abtastung zur Erfassung von Röntgenprojekti-

onsdaten drehen sich das Fasslager **12** und die daran angebrachten Komponenten um einen Drehmittelpunkt oder ein Isozentrum **30**.

Die Drehung des Fasslagers **12** und der Betrieb jeder Röntgenquelle **16** werden durch eine Steuereinrichtung **34** des CT-System gesteuert. Die Steuereinrichtung **34** enthält eine Röntgensteuereinrichtung **36**, die jede Röntgenquelle **16** mit Energie und Zeitsignalen versorgt, und eine Fasslagermotorsteuereinrichtung **38**, die die Drehgeschwindigkeit und Position des Fasslagers **12** steuert. Insbesondere bestimmt eine Änderung der der Röntgensteuereinrichtung **36** zugeführten Signale, wann oder für wie lange der Röntgenstrahl **20** von jeder Röntgenquelle **16** emittiert wird. Gleichmaßen wird die Drehgeschwindigkeit des Fasslagers **12** bestimmt oder geändert, indem die geeigneten Signale zu der Fasslagermotorsteuereinrichtung **38** geführt werden. Ein Datenerfassungssystem (DAS) **40** in der Steuereinrichtung **34** tastet analoge Daten von den Erfassungselementen **26** ab, und wandelt die Daten in digitale Signale zur nachfolgenden Verarbeitung um. Eine Abtastrate des DAS **40** ist einstellbar oder variabel, so dass die Rate, mit der die Daten von den Elementen **26** zugeführt werden, erhöht oder verringert werden kann. Eine Bildrekonstruktionseinrichtung **42** empfängt abgetastete und digitalisierte Röntgendaten vom DAS **40**, und führt eine Bildrekonstruktion mit hoher Geschwindigkeit durch. Das rekonstruierte Bild wird einem Computer **44** als Eingangssignal zugeführt, der das Bild in einer Massenspeichereinrichtung **46** speichert.

Der Computer **44** empfängt auch Befehle und Abtastparameter von einem Bediener über eine Konsole **48**, die eine Tastatur aufweist. Eine zugehörige Kathodenstrahlröhreanzeigeeinrichtung **50** ermöglicht dem Bediener die Betrachtung des rekonstruierten Bildes und anderer Daten vom Computer **44**. Die vom Bediener zugeführten Befehle und Parameter werden vom Computer **44** zur Ausbildung von Steuersignalen und Informationen für das DAS **40**, die Röntgensteuereinrichtung **36** und die Fasslagermotorsteuereinrichtung **38** verwendet. Außerdem betreibt der Computer **44** eine Tischmotorsteuereinrichtung **52**, die einen motorisierten Tisch **54** zur Positionierung des Patienten **38** im Fasslager **12** steuert. Insbesondere bewegt der Tisch **54** Abschnitte des Patienten **28** durch eine Fasslageröffnung **56**.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel beinhaltet das System **10** eine Synchronisationseinheit oder Schaltung **100** zur Identifizierung oder Bestimmung eines physiologischen Zyklus des Objekts, das heißt des Herzens. Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Schaltung **100** insbesondere mit dem Computer **44** verbunden und erzeugt ein physiologisches Zyklussignal, das das Herz darstellt und eine Vielzahl von Phasen des Objekts enthält, beispielsweise Systole- und Diastolephasen. Das System **10** verwendet das physiologische Signal zur Synchronisation des Zeitverlaufs der Emission des Röntgenstrahls **16**, der Erfassungsrate der Projektionsdatensegmente unter Verwendung des DAS **40**, und der Drehgeschwindigkeit des Fasslagers **12**, so dass ein Bild des Herzens für die bestimmte oder ausgewählte Phase eine Herzzyklus erzeugt wird.

Insbesondere misst oder erfasst die Schaltung **100** gemäß einem Ausführungsbeispiel die elektrische Aktivität des Herzens des Patienten **28** zur Identifizierung oder Bestimmung des Herzphasensignals für jeden Zyklus des Patientenherzens. Gemäß einem Ausführungsbeispiel wird ein Ausgangssignal zumindest einer Elektrode (nicht gezeigt), die am Patienten **28** angebracht ist, zu einem (nicht gezeigten) elektronischen Verstärker in der Schaltung **100** geführt, der das Herzphasensignal erzeugt. Beispielsweise veranschaulicht der Herzzyklussignalverlauf wie in **Fig. 3** gezeigt einen Herzzyklus, der den Systolezustand oder die Systole-

phase und einen Diastolezustand bzw. eine Diastolephase des Herzens enthält. Der Abschnitt des Signals, der mit Q, R und S bezeichnet wird, wird als QRS-Komplex bezeichnet, in dem das R-Merkmal, oder die R-Welle, das herausragendste Merkmal mit der höchsten Amplitude des gesamten Signals ist. Gemäß einem Ausführungsbeispiel bestimmt der Herzzyklus die Periode jedes Herzzyklus und den Zeitverlauf jeder Phase des Herzens. Die für das Herz zum Abschluss eines Herzzyklus erforderliche Zeitdauer ist als Herzperiode w identifiziert, und wird typischerweise mit dem Beginn einer R-Welle und einem Verlauf bis zum Auftreten der nächsten R-Welle definiert. Bei anderen Ausführungsbeispielen kann das Herzzyklussignal durch ein EKG-Subsystem oder eine Herzüberwachungseinrichtung aus dem Stand der Technik erzeugt werden.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist das System 10 zur Erzeugung eines Volumenbildes eines gesamten Objekts in dem Patienten 28, beispielsweise des Herzens (nicht gezeigt) durch Erfassung zumindest eines Abschnitts oder Segments eines Projektionsdatensatzes während jeder Drehung des Fasslagers 12 eingerichtet. Nach der Erfassung des gesamten Projektionsdatensatzes werden die Projektionsdatensegmente kombiniert und ein Rekonstruktionsalgorithmus wird zur Erzeugung des Volumentomographiebildes des Herzens verwendet. Insbesondere wird bei einem Ausführungsbeispiel jedes Segment der Projektionsdaten für eine bestimmte Zeitperiode oder ein zeitliches Fenster für eine vorbestimmte oder vom Bediener ausgewählte Phase des Herzens während der Drehung des Fasslagers 12 erfasst. Nach Abschluss einer Vielzahl von Drehungen jeder Röntgenquelle 16 kombiniert ein in der Bildrekonstruktionseinrichtung 42 gespeicherter Rekonstruktionsalgorithmus die Projektionsdatensegmente und erzeugt ein VolumenQuerschnittbild des Herzens für die bestimmte Phase.

Insbesondere verwendet das System 10 gemäß einem Ausführungsbeispiel die Schaltung 100 zur Identifizierung des physiologischen Objekts, das heißt des Herzens und einer Vielzahl von Phasen des Herzens. Ein Bediener wählt dann zumindest eine Phase des Herzens zur Abbildung unter Verwendung des physiologischen Signals aus. Beispielsweise verwendet der Bediener die Konsole 48 zur Auswahl einer Systolenphase des Herzens. Für jede ausgewählte Phase des Herzens wird zumindest ein Segment von Projektionsdaten während jeder Drehung jeder Röntgenquelle 16 erfasst.

Insbesondere wird gemäß einem Ausführungsbeispiel jedes Segment an Projektionsdaten durch Emittieren eines Röntgenstrahls 20 zu dem Röntgenerfassungsarray 22 für eine bestimmte zeitliche Abbildungsperiode R_t während jeder ausgewählten Phase erzeugt beziehungsweise erfasst. Insbesondere wird während jeder Drehung jeder Röntgenquelle 16 ein Röntgenstrahl 20 für die bestimmte zeitliche Abbildungsperiode emittiert. Die über jedes Erfassungsarray 22 während der zeitlichen Periode erfassten Projektionsdaten stellen einen Bereich von Winkelpositionen dar. Insbesondere ist unter Verwendung des von der Schaltung 100 zugeführten Zyklussignals die Emission des Röntgenstrahls 16 auf die nominale Periode von R_t an der definierten Phase jedes Zyklus begrenzt. Insbesondere wird unter Verwendung des physiologischen Zyklussignals die Emission des Röntgenstrahls 16 durch die Änderung eines zur Röntgensteuereinrichtung 36 geführten Signals ein- und ausgeschaltet. Gemäß einem Ausführungsbeispiel liegt die zeitliche Abbildungsperiode in einem Bereich von 10 ms bis 50 ms.

Das von dem Erfassungsarray 22 während der Emission des Röntgenstrahls 20 erfasste Projektionsdatensegment stellt einen kleinen oder begrenzten Abschnitt von Winkelpositionen in der Zeitdauer von R_t dar. Insbesondere wird

das Zyklussignal durch das DAS 40 zur Änderung der Abtastrate jedes Erfassungsarrays 22 verwendet, so dass das Ausgangssignal der Elemente 26 lediglich während der Periode der Emission des Röntgenstrahls 20 abgetastet wird. Während jeder nachfolgenden Drehung jeder Röntgenquelle 16 wird ein Segment von Projektionsdaten für einen unterschiedlichen radialen oder Projektionswinkel für jede ausgewählte Phase erfasst.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel wird die Drehgeschwindigkeit jeder Röntgenquelle 16 geändert oder bestimmt, so dass zumindest ein Segment von Projektionsdaten während jeder Drehung jeder Röntgenquelle 16 erfasst wird. Insbesondere wird gemäß einem Ausführungsbeispiel die Drehgeschwindigkeit jeder Röntgenquelle 16 derart geändert, dass jedes Segment von Projektionsdaten für jede ausgewählte Phase des Objekts von einem verschiedenen Projektionswinkel oder einem Bereich von Projektionswinkeln aus erfasst wird. Gemäß einem Ausführungsbeispiel wird durch Änderung der der Fasslagermotorsteuereinrichtung 38 zugeführten Signale jede Röntgenquelle 16 eine Vielzahl von Umdrehungen gedreht, so dass Projektionsdaten für einen Projektionswinkelbereich von $180^\circ +$ einem Fächerwinkel erfasst werden. Beispielsweise werden Segmente von Projektionsdaten für jede ausgewählte Phase des Herzens von einem Projektionswinkelbereich von 225° erfasst. Da jedes Segment eine näherungsweise 18° -Änderung im Projektionswinkel darstellt, kann ein vollständiger Satz von Projektionsdaten in ungefähr 13 bis 20 Sekunden erfasst werden, was kürzer als ein einzelnes Luftanhalten ist und von den Abbildungsanforderungen abhängt.

Insbesondere wird gemäß einem Ausführungsbeispiel die Drehgeschwindigkeit jeder Röntgenquelle 16 folgendermaßen in Drehungen pro Sekunde bestimmt:

$$V_G = \frac{1}{(T_c \pm (n * R_t))}$$

wobei

T_c die Herzzykluszeit in Sekunden ist, n eine ganzzahlige Konstante ist, und R_t die bestimmte zeitliche Abbildungsperiode in Sekunden ist.

Ist beispielsweise $n = 1$, $T_c = 1$ Sekunde und $R_t = 0,05$ Sekunden, beträgt die Drehgeschwindigkeit jeder Röntgenquelle 16 näherungsweise 1,05 Umdrehungen pro Sekunde oder 0,95 Umdrehungen pro Sekunde. In Folge dessen wird ein vollständiger Satz von Projektionsdatensegmenten in 13 bis 20 Sekunden in Abhängigkeit von den Bildqualitätsanforderungen erfasst.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel kann die zur Erfassung eines vollständigen Satzes von Projektionsdaten erforderliche Zeit durch Änderung der Drehgeschwindigkeit jeder Röntgenquelle 16 folgendermaßen verringert werden:

$$V_G = \frac{180 + \frac{\gamma}{n}}{180 * w}$$

(in Drehungen pro Sekunde)

wobei w Periode eines physiologischen Zyklus (in Sekunden) ist, γ der Projektionswinkelbereich für einen vollständigen Projektionsdatensatz (in Grad) ist, und n eine ausgewählte ganze Zahl von Zyklen zur Erfassung eines vollständigen Projektionsdatensatzes ist.

Gemäß einem alternativen Ausführungsbeispiel kann die zur Erfassung eines vollständigen Satzes von Projektionsdaten erforderliche Zeit durch Änderung der Drehgeschwin-

digkeit jeder Röntgenquelle 16 folgendermaßen verringert werden:

$$V_G = \frac{360 + \frac{\gamma}{n}}{360 \cdot w}$$

(Umdrehungen pro Sekunde)

wobei w die Periode eines physiologischen Zyklus (in Sekunden) ist, γ der Projektionswinkelbereich für einen vollständigen Projektionsdatensatz (in Grad) ist, und n eine ausgewählte ganze Zahl von Zyklen zur Erfassung eines vollständigen Projektionsdatensatzes ist.

Unter Verwendung dieses Verfahrens zur Änderung der Drehgeschwindigkeit jeder Röntgenquelle 16 wird die Datenspanne innerhalb jedes physiologischen Zyklus von $(\gamma/(360 \cdot V_G))$ Sekunden auf $(\gamma/(360 \cdot V_G \cdot n))$ Sekunden mit einer Verbesserung eines Faktors von n verbessert. Beispielsweise wird unter Verwendung dieses Verfahrens in einem Einzelschnitt-CINE-CT-Modus ein einen Schnitt von Projektionsdaten darstellender Projektionsdatensatz in $(n \cdot t)$ Sekunden erfasst. Die Drehgeschwindigkeit jeder Röntgenquelle 16 kann auch entsprechend diesem Verfahren in einem Wendelmodus zum Erhalten von Projektionsdaten zur Erzeugung von Volumendaten bei einer Abtastung des Objekts geändert werden.

Insbesondere werden gemäß einem Ausführungsbeispiel in einem Mehrfachschnitt-Wendel-CT-Abtastmodus Projektionsdaten unter Verwendung einer relativ schnellen Tischgeschwindigkeit erfasst. Unter Verwendung mehrfacher Reihen jedes Erfassungsarrays 22 wird eine schnelle Volumenabdeckung erreicht. Insbesondere wird die z-Auflösungsver schlechterung minimiert, wenn die Geschwindigkeit des Tisches 54, wie durch die Tischsteuereinrichtung bestimmt, derart geändert wird, dass die Tischgeschwindigkeit s folgendermaßen bestimmt ist:

$$(i \cdot d)/w,$$

wobei d eine Erfassungsreihenbeabstandung jedes Erfassungsarrays 22 und i eine ganze Zahl ist.

Ist beispielsweise d = 5 mm, wie gleich 0,8 Sekunden und i gleich 3, wird die z-Auflösungsver schlechterung minimiert, wenn die Geschwindigkeit des Tisches 54 18,95 mm/s beträgt.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel werden nach der Erfassung der Segmente von Projektionsdaten die Segmente in einen Projektionsdatensatz kombiniert, und ein Querschnittbild des Objekts wird aus dem Projektionsdatensatz erzeugt. Insbesondere wird ein Projektionsdatensatz für jede ausgewählte Phase des Objekts durch Kombinieren der für die ausgewählte Phase erfassten Projektionsdatensegmente erzeugt. Ist beispielsweise die erste ausgewählte Phase eine Systolenphase des Herzens, wird ein erster Projektionsdatensatz durch Kombination der Projektionsdatensegmente erzeugt, die aus der Vielzahl von Projektionswinkeln von der Systolenphase des Herzens erfasst werden. In gleicher Weise wird ein separater Projektionsdatensatz dann für jede zusätzliche ausgewählte Phase des Objekts erzeugt. Beispielsweise kann ein zweiter Projektionsdatensatz durch Kombinieren der Projektionsdatensegmente erzeugt werden, die von der Diastolenphase des Herzens erfasst werden.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel wird der für eine ausgewählte Phase erzeugte Projektionsdatensatz zur Erzeugung eines Querschnittbildes des gesamten Objekts verwendet. Insbesondere wird gemäß einem Ausführungsbeispiel

ein Querschnitt- oder Volumentomographiebild für jede ausgewählte Phase des Objekts erzeugt, indem ein in der Bildrekonstruktionseinrichtung 42 gespeicherter Rekonstruktionsalgorithmus verwendet wird. Jeder Projektionsdatensatz wird zur Erzeugung eines separaten Querschnittbildes des gesamten Objekts für jede ausgewählte Phase des Objekts verwendet. Beispielsweise werden unter Verwendung des Systems 10 in einem Einzel-Herzphasenmodus, in dem der Bediener lediglich eine erste Phase zur Erzeugung eines Bildes auswählt, der erste Satz von Projektionsdaten zur Erzeugung eines Querschnittbildes des gesamten Herzens in der ersten Phase verwendet.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel überwacht die Schaltung 100 auch jeden physiologischen Zyklus zur Bestimmung, ob ein arhythmischer oder anormaler Zustand vorhanden ist, um zu bestimmen, ob die Segmente der erfassten Projektionen gültig sind. Insbesondere bestimmt die Schaltung 100 gemäß einem Ausführungsbeispiel eine durchschnittliche Zyklusperiode durch Messung des Zeitabschnitts einer ausgewählten Anzahl von Zyklen. Für jeden vollständigen Zyklus des Objekts vergleicht die Schaltung 100 die durchschnittliche Zyklusperiode mit einer Zyklusperiode für den vollständigen Zyklus. Überschreitet die vollständige Zyklusperiode die durchschnittliche Zyklusperiode +/- einer Toleranz, wird der vollständige Zyklus als arhythmischer Zyklus identifiziert. Der arhythmische Zyklus bewirkt, dass die erfassten Segmente von Projektionsdaten die ausgewählte Phase nicht darstellen. Gemäß einem Ausführungsbeispiel werden die während des arhythmischen Zyklus erfassten Segmente nicht verwendet, und Ersatzsegmente von Projektionsdaten werden erfasst.

Gemäß einem als Mehrfachphasen-Herzmodus definierten Ausführungsbeispiel werden Projektionsdatensätze aus einer Vielzahl ausgewählter Phase des Objekts während jeder Drehung jeder Röntgenquelle 16 erzeugt. Insbesondere werden Segmente von Projektionsdaten wie vorstehend beschrieben erfasst, abgesehen davon, dass jede Röntgenquelle 16 mehrfach während jeder Drehung eingeschaltet wird, so dass Segmente von Projektionsdaten von einer Vielzahl ausgewählter Phasen des Objekts während jeder Drehung erfasst werden. Gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel des Mehrfachphasen-Herzmodus werden Segmente von Projektionsdaten von einer Vielzahl von Segmenten für jede ausgewählte Phase des Objekts während jeder Drehung jeder Röntgenquelle 16 erfasst.

In dem Mehrfachphasenherzabbildungsmodus werden Projektionsdaten für eine Vielzahl ausgewählter Herzphasen während jeder Drehung des Fasslagers 12 erfasst, so dass separate Bilder für jede ausgewählte Herzphase erzeugt werden. Insbesondere arbeitet gemäß einem Ausführungsbeispiel der Mehrfachphasenherzabbildungsmodus auf ähnliche Weise wie der Einzelphasenherzabbildungsmodus abgesehen davon, dass separate Bilder einer Vielzahl von Phasen des Herzens erzeugt werden. Zu Beginn werden durch den Benutzer eine Vielzahl von abzubildenden Herzphasen bestimmt oder ausgewählt. Durch Änderung der Zeit zwischen jeder ausgewählten Phase können Bilder verschiedener Phasen des Herzens erzeugt werden, beispielsweise für eine systolische und eine diastolische Phase. Nach der Auswahl einer Vielzahl von Phasen wird das Fasslager 12 wie vorstehend beschrieben gedreht. Für jede Drehung des Fasslagers 12 wird ein Röntgenstrahl 20 von der Quelle 14 zu dem Erfassungsarray 22 für jede ausgewählte Herzphase emittiert, und ein Segment von Projektionsdaten wird durch das Erfassungsarray 22 für jede ausgewählte Herzphase erfasst. Insbesondere werden wie vorstehend beschrieben unter Verwendung der Schaltung 100 die Drehgeschwindigkeit des Fasslagers 12 und die Abtastrate des DAS 40 derart geän-

dert, dass Projektionsdaten für die Vielzahl der Herzphasen erfasst werden. Nach der Erfassung des vollständigen Satzes von Projektionsdaten für jede Herzphase wie vorstehend beschrieben, erzeugt der Rekonstruktionsalgorithmus ein Volumenbild jeder ausgewählten Phase des Herzens.

Unter Verwendung des vorstehend beschriebenen Modus und die Erhöhung der Drehgeschwindigkeit des Fasslagers 12 kann entweder die zeitliche Bildauflösung oder die Gesamtabtastzeit für eine gegebene Organabdeckung erheblich verbessert werden. Wird beispielsweise das Fasslager 12 gedreht, so dass das Fasslager 12 zwei vollständige Drehungen während eines einzelnen Herzzyklus macht, wird die zeitliche Auflösung um 50% gegenüber einem System verbessert, das eine Umdrehung pro Herzzyklus macht.

Gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel kann ein Bild der Herzwandbewegung durch die Erfassung mehrfacher Segmente von Projektionsdaten während eines kurzen Zeitabschnitts von beispielsweise 4 Sekunden erzeugt werden. Gemäß einem alternativen Ausführungsbeispiel werden kontinuierliche Segmente von Projektionsdaten erfasst, und die Daten für verschiedene Phasen eines Herzzyklus umgeordnet.

Das vorstehend beschriebene Abbildungssystem erzeugt Bilder eines sich bewegenden Objekts durch die Erfassung von Segmenten von Projektionsdaten für eine ausgewählte Phase des Objekts, so dass Bewegungsartefakte minimiert werden. Außerdem erzeugt das Abbildungssystem Querschnittbilder des gesamten Objekts für jede ausgewählte Phase des Objekts.

Aus der vorstehenden Beschreibung der verschiedenen Ausführungsbeispiele ist ersichtlich, dass die Aufgabe der Erfindung gelöst wird. Obwohl die Erfindung ausführlich beschrieben und veranschaulicht wurde, ist selbstverständlich, dass dies lediglich der Veranschaulichung dient und nicht als Einschränkung verstanden werden kann. Beispielsweise kann ein Abbildungssystem der vierten Generation mit zumindest einer rotierenden Röntgenquelle und zumindest einem festen Erfassungssarray verwendet werden. Demnach bestimmt sich der Schutzbereich der Erfindung lediglich aus den beigefügten Patentansprüchen.

In Fig. 4 ist ein Dienstesystem 1010 zur Bereitstellung einer Ferndienstleistung für eine Vielzahl medizinischer Diagnosesysteme 1012 gezeigt, die Systeme wie ein bezüglich Fig. 1 beschriebenes Abbildungssystem 10 beinhalten. Gemäß dem in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel enthalten die medizinischen Diagnosesysteme ein Magnetresonanzbildgebungssystem (MRI-System) 1014, ein Computertomographiesystem (CT-System) 1016 und ein Ultraschallabbildungssystem 1018. Die Diagnosesysteme können an einem einzelnen Ort oder einer Einrichtung wie einer medizinischen Einrichtung 1012 positioniert sein, oder können entfernt voneinander angeordnet sein, wie es in dem Fall des Ultraschallsystems 1018 gezeigt ist. Die Diagnosesysteme werden von einer zentralen Diensteeinrichtung 1022 aus bedient. Des Weiteren können eine Vielzahl von Kundendiensteinrichtungen 1024 mit dem Dienstesystem zur Übertragung von Dienstanforderungen, Verifizieren eines Dienstestatus, Übertragen von Dienstdaten, und so weiter, wie nachstehend ausführlicher beschrieben verbunden sein.

Gemäß dem Ausführungsbeispiel aus Fig. 4 sind mehrere verschiedene Systemmodalitäten mit einer Ferndienstleistung durch die Diensteeinrichtung bereitgestellt. Die Ferndienste enthalten Dienste wie eine Fernüberwachung, eine Fernsystemsteuerung, einen unmittelbaren Dateizugriff von entfernten Orten, eine Fermdateispeicherung und Archivierung, eine Fernbetriebsmittelsammlung, Fernaufzeichnung und Fernberechnungen mit hoher Geschwindigkeit, sind aber nicht darauf beschränkt. Die Ferndienste werden für

eine bestimmte Einrichtung bzw. Modalität in Abhängigkeit von den Fähigkeiten der Diensteeinrichtung, der Diagnosesystemtypen, die an Serviceverträgern mit Einrichtung teilhaben, so wie anderen Faktoren bereitgestellt.

In Abhängigkeit von der Modalität der Systeme sind verschiedene Subkomponenten oder Subsysteme enthalten. Im Fall des MRI-Systems 1014 enthalten diese Systeme im allgemeinen eine Abtasteinrichtung, eine Steuer- und Signalerfassungsschaltung, eine Systemsteuereinrichtung und eine Bedienerstation. Das MRI-System 1014 enthält eine globale Plattform zum interaktiven Austauschen von Dienstanforderungen, Nachrichten und Daten mit der Diensteeinrichtung 1022 wie es nachstehend näher beschrieben wird. Das MRI-System 1014 ist mit einem Kommunikationssystem 32 verbunden, das in einem einzelnen oder separaten physikalischen Paket von dem MRI-System 1014 enthalten ist. In einem typischen System können zusätzliche Komponenten im System 1014 enthalten sein, wie ein Drucker oder Fotografiessystem zur Erzeugung rekonstruierter Bilder beruhend auf von der Abtasteinrichtung erfassten Daten.

Gleichermaßen enthält das CT-System 1016 typischerweise eine Abtasteinrichtung, eine Signalerfassungseinrichtung und eine Systemsteuereinrichtung. Die Abtasteinrichtung erfasst Abschnitte einer Röntgenstrahlung, die durch ein interessierendes Objekt gerichtet ist. Die Steuereinrichtung enthält eine Schaltung zum Anweisen des Betriebs der Abtasteinrichtung und zur Verarbeitung und Rekonstruktion von Bilddaten beruhend auf den erfassten Signalen. Das CT-System 1016 ist mit einem Kommunikationssystem 1048 zur Übertragung und zum Empfang von Daten für Ferndienste verbunden. Des Weiteren enthält das CT-System 1016 wie das MRI-System 1014 einen Drucker oder eine ähnliche Einrichtung zur Ausgabe rekonstruierter Bilder beruhend auf durch die Abtasteinrichtung erfassten Daten.

Im Fall des Ultraschallsystems 1018 enthalten diese Systeme im Allgemeinen eine Abtasteinrichtung und eine Datenverarbeitungseinrichtung und eine Systemsteuereinrichtung. Das Ultraschallsystem 1018 ist mit einem Kommunikationsmodul 1062 zur Übertragung von Dienstanforderungen, Nachrichten und Daten zwischen dem Ultraschallsystem 1018 und der Diensteeinrichtung 1022 verbunden.

Obwohl hier allgemein auf "Abtasteinrichtungen" in Diagnosesystemen Bezug genommen wird, sollte dieser Ausdruck allgemein eine medizinische Diagnose-Datenerfassungseinrichtung umfassen, und nicht auf eine Bilddatenerfassung beschränkt sein, sowie auch Bildarchivierungskommunikations- und Abrufsysteme, Bildverwaltungssysteme, Einrichtungs- oder Anstaltsverwaltungssysteme, Betrachtungssysteme und dergleichen auf dem Gebiet der medizinischen Diagnose umfassen.

Sind mehr als ein medizinisches Diagnosesystem in einer einzelnen Einrichtung oder an einem einzelnen Ort enthalten, wie es im Fall der MRI- und CT-Systeme 1014 und 1016 in Fig. 4 gezeigt ist, können diese mit einer Verwaltungsstation 1070 wie einer Röntgenabteilung eines Krankenhauses oder einer Klinik verbunden sein. Die Verwaltungsstation kann direkt mit Steuereinrichtungen für die verschiedenen Diagnosesysteme verbunden sein. Das Verwaltungssystem kann einen Arbeitsplatzrechner oder Personalcomputer 1072 enthalten, der mit den Systemsteuereinrichtungen mittels einer Intranetkonfiguration, einer Datei-Mehrbenutzer-Konfiguration, einer Client/Server-Anordnung oder auf eine andere geeignete Art und Weise verbunden ist. Des Weiteren beinhaltet die Verwaltungsstation 1070 typischerweise einen Monitor 1074 zur Betrachtung von Systembetriebsparametern, zum Analysieren des Systemgebrauchs und zum Austauschen von Dienstanforderungen und Daten zwischen der Einrichtung 1020 und der

Diensteeinrichtung 1022. Eingabeeinrichtungen wie eine Standardcomputertastatur 1076 und Maus 1078 können auch zur Erleichterung der Benutzerschnittstelle vorgesehen sein.

Es ist anzumerken, dass als Alternative das Verwaltungssystem oder andere Diagnosesystemkomponenten allein stehen können, oder nicht direkt mit einem Diagnosesystem verbunden sein können. In diesen Fällen kann die hier beschriebene Serviceplattform und ein Teil oder die gesamte Servicefunktionalität nichts desto weniger in dem Verwaltungssystem ausgebildet sein. Gleichermäßen kann ein Diagnosesystem bei bestimmten Anwendungen aus einem alleinstehenden oder vernetzten Bildarchivierungskommunikations- und Abrufsystem oder einer Betrachtungsstation mit einem Teil oder der gesamten hier beschriebenen Funktionalität bestehen.

Die vorstehend angeführten Kommunikationsmodule sowie der Arbeitsplatzrechner 1072 und die Kundendiensteeinrichtungen 1024 können mit der Diensteeinrichtung 1022 über ein Fernzugriffsnetz 1080 verbunden sein. Zu diesem Zweck kann eine beliebige geeignete Netzverbindung verwendet werden. Gegenwärtig beinhalten bevorzugte Netzkonfigurationen sowohl anwenderreife als auch dedizierte Netze sowie offene Netze wie das Internet. Daten können zwischen den Diagnosesystemen, Kundendiensteeinrichtungen und der Ferndiensteeinrichtung 1022 in einem beliebigen geeigneten Format wie in Übereinstimmung mit dem Internetprotokoll (IP), dem Übertragungssteuerprotokoll (TCP) oder anderen bekannten Protokollen ausgetauscht werden. Des Weiteren können bestimmte Daten über Markup-Sprachen wie die Hypertextmarkup-Sprache (HTML) oder andere Standardsprachen übertragen beziehungsweise formatiert werden. Die gegenwärtig bevorzugten Schnittstellenstrukturen und Kommunikationskomponenten werden nachstehend näher beschrieben.

In der Diensteeinrichtung 1022 werden Nachrichten, Diensteanforderungen und Daten durch Kommunikationskomponenten empfangen, die allgemein mit dem Bezugszeichen 1082 bezeichnet sind. Die Komponenten 1082 übertragen die Dienstdaten zu einem Dienstzentrumverarbeitungssystem, das allgemein mit dem Bezugszeichen 1084 in Fig. 4 bezeichnet ist. Das Verarbeitungssystem verwaltet den Empfang, die Verarbeitung und Übertragung von Dienstdaten zu und von der Diensteeinrichtung. Allgemein kann das Verarbeitungssystem 1084 einen oder eine Vielzahl von Computern sowie dedizierte Hardware oder Softwareserver zur Verarbeitung der verschiedenen Diensteanforderungen und zum Empfangen und Übertragen der Dienstdaten enthalten, was nachstehend näher beschrieben ist.

Die Diensteeinrichtung 1022 enthält auch eine Reihe von Arbeitsplatzrechnern 1086, die mit Personal besetzt sein können, das die Diensteanforderungen entgegen nimmt und Dienste außerhalb und während des Betriebs der Diagnosesysteme als Antwort auf die Diensteanforderungen vornimmt. Das Verarbeitungssystem 1084 kann auch mit einem System von Datenbanken oder anderen Verarbeitungssystemen 1088 an der Diensteeinrichtung 1022 oder entfernt davon verbunden sein. Diese Datenbanken und Verarbeitungssysteme können extensive Datenbankinformationen über Betriebsparameter, die Servicehistorie, und so weiter sowohl für bestimmte teilnehmende Abtasteinrichtungen als auch für weiter fortgeschrittene Diagnoseausrüstungen enthalten.

Fig. 5 zeigt ein Blockschaltbild der vorstehend beschriebenen Systemkomponenten als Funktionsdarstellung. Gemäß Fig. 5 können die Kundendiensteeinrichtungen 1024 und die Diagnosesysteme 1012 mit der Diensteeinrichtung 1022 über eine Netzverbindung wie allgemein durch das

Bezugszeichen 1080 bezeichnet verbunden sein. In jedem Diagnosesystem 1012 ist eine globale Serviceplattform 1090 vorgesehen.

Die Plattform 1090, die nachstehend näher unter Bezugnahme auf Fig. 6 beschrieben ist, beinhaltet Hardware-, Firmware- und Softwarekomponenten, die zum Zusammen setzen von Diensteanforderungen, Übertragen und Empfangen von Dienstdaten, Einrichten von Netzverbindungen und Verwalten von Finanz- oder Teilnehmergestaltungen zwischen Diagnosesystemen und der Diensteeinrichtung eingerichtet sind. Des Weiteren liefern die Plattformen eine globale grafische Benutzerschnittstelle an jedem Diagnosesystem, die an verschiedene Systemmodalitäten zur Erleichterung der Interaktion von Ärzten und Radiologen mit den verschiedenen Diagnosesystemen für die Servicefunktionen angepasst werden kann. Die Plattformen ermöglichen es dem Abtasteinrichtungsentwickler, mit der Steuerschaltung der einzelnen Abtasteinrichtungen sowie mit Speichereinrichtungen an den Abtasteinrichtungen eine direkte Schnittstelle bilden, um auf ein Bild, eine Protokolldatei und ähnliche Dateien zuzugreifen, die zur Übergabe angeforderter Dienste oder von Teilnehmerdiensten erforderlich sind. Ist eine Verwaltungsstation 1070 vorgesehen, wird eine ähnliche globale Plattform vorzugsweise auf die Verwaltungsstation geladen, um die direkte Schnittstellenbildung zwischen der Verwaltungsstation und der Diensteeinrichtung zu erleichtern. Zusätzlich zu der globalen Serviceplattform 1090, ist jedes Diagnosesystem vorzugsweise mit einem alternativen Kommunikationsmodul 1092 wie einer Facsimileübertragungseinrichtung zum Senden und Empfangen von Facsimilenachrichten zwischen der Abtasteinrichtung und den Ferndiensteeinrichtungen versehen.

Zwischen den Diagnosesystemen und der Diensteeinrichtung übertragene Nachrichten und Daten überschreiten eine Sicherheitsbarriere oder einen "Firewall" in dem Verarbeitungssystem 1084, was nachstehend beschrieben wird, und einen nicht autorisierten Zugriff auf die Diensteeinrichtung auf eine allgemein bekannte Art und Weise verhindert. Ein Modemgestell 1096 mit einer Reihe von Modems 1098 empfängt die ankommenden Daten und überträgt abgehende Daten über einen Router 1100, der den Datenverkehr zwischen den Modems und dem Dienstzentrumverarbeitungssystem 1084 verwaltet.

Gemäß der Darstellung in Fig. 5 sind die Arbeitsplatzrechner 1086 mit dem Verarbeitungssystem verbunden, wie auch entfernte Datenbanken oder Computer 1088. Außerdem ist zumindest eine lokale Servicedatenbank 1102 zum Verifizieren von Lizenz- und Vertragsgestaltungen, zur Speicherung von Dienstdaten und Dateien, Protokolldateien, und so weiter vorgesehen. Des Weiteren ist ein oder sind mehrere Kommunikationsmodule 1104 mit dem Verarbeitungssystem 1084 zum Senden und Empfangen von Facsimileübertragungen zwischen der Diensteeinrichtung und den Diagnosesystemen oder Kundendiensteeinrichtungen verbunden.

Fig. 6 zeigt schematisch die verschiedenen Funktionselemente, die die globale Serviceplattform 1090 in jedem Diagnosesystem 1012 umfassen. Wie es in Fig. 6 gezeigt ist, enthält die globale Plattform ein Einrichtungsverbindungsmodul 1106 sowie ein Netzverbindungsmodul 1108. Das Netzverbindungsmodul 1108 greift auf eine Hauptwebseite 1110 zu, die wie vorstehend angeführt vorzugsweise eine Markup-Sprachenseite, wie eine HTML-Seite ist, die für den Systembenutzer auf einem Bildschirm an dem Diagnosesystem angezeigt wird. Auf die Hauptwebseite 1110 kann vorzugsweise von einer normalen Betriebsseite aus zugegriffen werden, in der der Benutzer beispielsweise über ein Ikon auf dem Bildschirm Untersuchungsanforderungen

konfigurieren kann, die Ergebnisse von Untersuchungen betrachten kann, und so weiter. Über die Hauptwebseite 1110 kann auf eine folgende zusätzliche Webseite 1112 zugegriffen werden. Derartige Webseiten erlauben die Erzeugung und Übertragung von Ferndienstanforderungen zu der Ferndiensteeinrichtung, und erleichtern den Austausch anderer Nachrichten, Berichte, von Software, Protokollen und so weiter, wie es nachstehend näher beschrieben ist.

Es ist anzumerken, dass der hier verwendete Ausdruck "Seite" einen Benutzerschnittstellenbildschirm oder eine ähnliche Anordnung einschließt, die von einem Benutzer des Diagnosesystems betrachtet werden kann, wie Bildschirme, die grafische oder Textdarstellungen von Daten, Nachrichten, Berichten und so weiter bereitstellen. Des Weiteren können diese Seiten durch eine Markupsprache oder eine Programmierungssprache wie Java, Perl, Javascript oder eine andere geeignete Sprache definiert sein.

Das Netzverbindungsmodul 1108 ist mit einem Lizenzmodul 1114 zur Verifizierung des Lizenzstatus, der Gebühr oder der Vertragsteilnahme zwischen dem Diagnosesystem und der Diensteeinrichtung verbunden. Der Ausdruck "Teilnahme" soll hier so verstanden werden, dass er verschiedene Ausgestaltungen wie vertragliche, kommerzielle oder andere für die Bereitstellung von Diensten, Informationen, Software und dergleichen mit oder ohne Gebühr enthält. Des Weiteren können die nachstehend beschriebenen bestimmten Ausgestaltungen mehrere verschiedene Arten der Teilnahme einschließlich Ausgestaltungen mit zeitlichem Ablauf, Ausgestaltungen mit einer Einmalgebühr und sogenannte "Zahlen pro Benutzung"-Ausgestaltungen enthalten, um nur einige zu nennen.

Das Lizenzmodul 1114 ist wiederum mit einem oder mit mehreren Adaptereinrichtungen 1116 zur Bildung einer Schnittstelle mit dem Browser, Server und Kommunikationskomponenten mit Modalitätsschnittstelleneinrichtungen 1118 verbunden. In einer gegenwärtig bevorzugten Konfiguration sind mehrere dieser Schnittstelleneinrichtungen zum Austausch von Daten zwischen der Systemabstasteinrichtung und der Serviceplattform vorgesehen. Beispielsweise können die Modalitätsschnittstelleneinrichtungen 1118 Applets oder Servlets zum Bilden modalitätsspezifischer Anwendungen sowie Konfigurationstemplates, einen Grafikenutzer-Schnittstellenanpassungscode, und so weiter enthalten. Die Adapter 1116 können mit derartigen Komponenten oder direkt mit einer Modalitätssteuereinrichtung 1120 interagieren, die mit den modalitätsspezifischen Subkomponenten 1122 verbunden ist.

Die Modalitätssteuereinrichtung 1120 und die modalitätsspezifischen Subkomponenten 1122 enthalten typischerweise einen rekonfigurierten Prozessor oder Computer zur Ausführung der Untersuchungen und eine Speicherschaltung zur Speicherung von Bilddatendateien, Protokolldateien, Fehlerdateien, und so weiter. Der Adapter 1116 kann mit einer derartigen Schaltung eine Schnittstellen bilden, um die gespeicherten Daten in und aus gewünschten Protokollen zu konvertieren, wie zwischen dem Hypertexttransferprotokoll (HTTP) und DICOM, einem medizinischen Abbildungsstandard zur Datenpräsentation. Des Weiteren kann der Transfer von Dateien und Daten wie nachstehend beschrieben über ein geeignetes Protokoll durchgeführt werden, wie das Dateitransferprotokoll (FTP) oder ein anderes Netzwerkprotokoll.

In dem dargestellten Ausführungsbeispiel enthält das Einrichtungsverbindungsmodul 1106 mehrere Komponenten zur Bereitstellung eines Datenaustauschs zwischen dem Diagnosesystem und der Ferndiensteeinrichtung. Insbesondere ist ein Verbindungsdienstmodul 1124 für die Schnittstellenbildung mit dem Netzverbindungsmodul 1108 vorge-

sehen. Ein Punkt-Zu-Punkt-Protokoll-(PPP)-Modul 1126 ist auch zur Übertragung von Internetprotokollpaketen über Fernkommunikationsverbindungen vorgesehen. Schließlich ist ein Modem 1128 zum Empfangen und zum Übertragen von Daten zwischen dem Diagnosesystem und der Ferndiensteeinrichtung vorgesehen. Wie es für den Fachmann ersichtlich ist, können verschiedene andere Netzprotokolle und Komponenten in dem Einrichtungsverbindungsmodul 1106 zur Erleichterung eines derartigen Datenaustauschs verwendet werden.

Das Netzverbindungsmodul 1108 beinhaltet vorzugsweise einen Server 1130 und einen Browser 1132. Der Server 1130 erleichtert den Datenaustausch zwischen dem Diagnosesystem und der Diensteeinrichtung, und ermöglicht die Betrachtung einer Folge von Webseiten 1110 und 1120 über den Browser 1132. Gemäß einem gegenwärtig bevorzugten Ausführungsbeispiel unterstützen der Server 1130 und der Browser 1132 HTTP-Anwendungen, und der Browser unterstützt Java-Anwendungen. Andere Server und Browser oder ähnliche Softwarepakete können natürlich zum Austausch von Daten, Diensteanforderungen, Nachrichten und Software zwischen dem Diagnosesystem, dem Bediener und der Ferndiensteeinrichtung verwendet werden. Schließlich kann eine direkte Netzverbindung 1134 zwischen dem Server 1130 und einem Arbeitsplatzrechner in einer Verwaltungsstation 1170 in der medizinischen Einrichtung vorgesehen sein (siehe Fig. 4 und 5).

Gemäß einem vorliegenden Ausführungsbeispiel können die das Netzverbindungsmodul umfassenden Komponenten über eine als Teil der globalen Plattform gespeicherte Anwendung konfiguriert werden. Insbesondere ermöglicht eine für einen Servicetechniker lizenzierte Javaanwendung die Konfiguration der Einrichtungsverbindung an dem Diagnosesystem, um diesem die Verbindung mit der Diensteeinrichtung zu ermöglichen.

Fig. 7 veranschaulicht Funktionselemente für die Diensteeinrichtung 1022. Wie vorstehend angeführt enthält die Diensteeinrichtung 1022 ein Modemgestell 1096 mit einer Vielzahl von Modems 1098, die mit einem Router 1100 zur Koordination von Datenkommunikationen mit der Diensteeinrichtung verbunden sind. Ein HTTP-Diensteserver 1094 empfängt und lenkt ankommende und abgehende Transaktionen von beziehungsweise zu der Einrichtung. Der Server 1094 ist mit den anderen Komponenten der Einrichtung über einen Firewall 1138 für die Systemsicherheit verbunden. Die Arbeitsplatzrechner 1086 sind mit dem Anschluss-Manager zur Abwicklung von Diensteanforderungen und Übertragungsnachrichten und Berichten als Antwort auf derartige Anforderungen verbunden.

Eine automatisierte Diensteeinheit 1136 kann auch in der Diensteeinrichtung zur automatischen Beantwortung bestimmter Diensteanforderungen, Absuchen der teilnehmenden Diagnosesysteme nach Betriebsparameterdaten, und so weiter, wie nachstehend beschrieben enthalten sein. Gemäß einem gegenwärtig bevorzugten Ausführungsbeispiel kann die automatisierte Diensteeinheit unabhängig von oder in Verbindung mit den interaktiven Servicekomponenten arbeiten, die das Verarbeitungssystem 1084 umfassen. Es ist anzumerken, dass andere Netz- oder Kommunikationsschemata vorgesehen sein können, um der Diensteeinrichtung das Kommunizieren und den Austausch von Daten und Nachrichten mit Diagnosesystemen und Kundendiensteeinrichtungen, wie Systemen mit Serviceprovidern außerhalb des Internets (ISPs), virtuellen privaten Netzen (VPNs) und so weiter zu ermöglichen.

Hinter dem Firewall 1138 koordiniert ein HTTP-Anwendungsserver 1140 die Handhabung der Diensteanforderungen, der Benachrichtigung, des Berichts, der Softwareüber-

tragung und so weiter. Andere Server können mit dem HTTP-Server 1140 verbunden sein, wie Dienstanalyseserver 1142, die für adressspezifische Typen von Dienstanforderungen wie nachstehend näher beschrieben konfiguriert sind. Gemäß dem dargestellten Ausführungsbeispiel enthält das Verarbeitungssystem 1084 auch einen Lizenzserver 1144, der mit einer Lizenzdatenbank 1146 zur Speicherung, Aktualisierung und Verifizierung des Status der Diagnosesystemdienstteilnahme verbunden ist. Alternativ kann der Lizenzserver 1144 bei Bedarf außerhalb des Firewalls 1138 zur Verifikation des Teilnahmestatus vor dem Zugang zu der Diensteeinrichtung platziert sein.

Die Abwicklung der Dienstanforderungen, Nachrichten und Berichterstattung wird weiter durch ein Organisationsmodul 1148 koordiniert, dass mit dem HTTP-Server verbunden ist. Das Organisationsmodul 1148 koordiniert die Aktivitäten anderer das Verarbeitungssystem umfassender Server, wie einen Berichtserver 1150, einen Nachrichtenserver 1152 und einen Server 1154 zum Herunterladen von Software. Für den Fachmann ist ersichtlich, dass die Server 1150, 1152 und 1154 mit (nicht gezeigten) Speichereinrichtungen zur Speicherung von Daten wie Adressen, Protokolldateien, Nachricht- und Berichtdateien, Anwendungssoftware und so weiter verbunden sind. Insbesondere ist der Softwareserver 1154 wie in Fig. 7 gezeigt über einen oder mehrere Datenkanäle mit einer Speichereinrichtung 1156 verbunden, die übertragbare Softwarepakete enthält, die direkt zu den Diagnosesystemen gesendet werden können, auf die durch die Diagnosesysteme zugegriffen werden kann, oder die auf Gebührenbasis zugeführt werden können. Die Nachricht- und Berichtserver 1152 und 1150 sind ferner zusammen mit dem Kommunikationsmodul 1104 mit einem Zuführabwicklungsmodul 1158 verbunden, das zum Empfang abgehender Nachrichten, zur Sicherstellung der richtigen Verbindung mit den Diagnosesystemen und zur Koordination der Übertragung der Nachrichten konfiguriert ist.

Gemäß einem gegenwärtig bevorzugten Ausführungsbeispiel kann die vorstehend beschriebene funktionale Schaltung als Hardware, Firmware oder Software auf einer geeigneten Computerplattform konfiguriert sein. Beispielsweise kann die Funktionsschaltung des Diagnosesystems als geeigneter Code in einem Personalcomputer oder einem Arbeitsplatzrechner programmiert sein, der entweder vollständig in der Systemabstasteinrichtung enthalten ist oder zu dieser hinzugefügt ist. Die Funktionsschaltung der Diensteeinrichtung kann zusätzliche Personalcomputer oder Arbeitsplatzrechner zusätzlich zu einem Großrechner enthalten, in dem einer oder mehrere Server, die Organisationseinrichtung bzw. der Scheduler, und so weiter konfiguriert sind. Schließlich können die Kundendiensteeinrichtungen Personalcomputer oder Laptopcomputer einer geeigneten Prozessorplattform umfassen. Es ist anzumerken, dass die vorstehend beschriebene Funktionsschaltung auf vielerlei Weise zur Ausführung der hier beschriebenen Funktionen angepasst werden kann. Allgemein erleichtert die Funktionsschaltung den Austausch der Ferndiensteeinrichtung, die Diagnosesystemen und einer Ferndiensteeinrichtung, die vorzugsweise auf interaktive Art und Weise implementiert ist, um regelmäßige Aktualisierungen der Diagnosesysteme bezüglich Dienstaktivitäten bereit zu stellen.

Wie vorstehend beschrieben, erleichtern sowohl die Diagnosesysteme als auch die Kundendiensteeinrichtungen vorzugsweise die Schnittstellenbildung zwischen einer Vielzahl von Diagnosesystemmodalitäten und der Ferndiensteeinrichtung über eine Folge von interaktiven Seiten, die vom Benutzer betrachtet werden können. Beispielseiten beinhalten die Möglichkeit der Bereitstellung interaktiver Informationen, der Ausbildung von Dienstanforderungen, Auswahl

und Übertragung von Nachrichten, Berichten und von Diagnosesystemsoftware, und so weiter. Die Seiten erleichtern die Interaktion und die Verwendung der Ferndienste, wie beispielsweise einer Fernüberwachung, Fernsystemsteuerung, eines unmittelbaren Dateizugriffs von entfernten Orten, einer Ferndateispeicherung und Archivierung, einer Fernbetriebsmittelsammlung, Fernaufzeichnung und Fernberechnungen mit hoher Geschwindigkeit.

Der Benutzer kann auf die in den Textbereichen der Seiten beschriebenen spezifischen Dokumente durch die Auswahl aller oder eines Teils des die Dokumente beschreibenden Texts zugreifen. Gemäß dem gegenwärtig bevorzugten Ausführungsbeispiel können die Dokumente, auf die zugegriffen wird, in den lokalen Speichereinrichtungen in dem Diagnosesystem gespeichert werden, oder die Auswahl des Texts kann das Laden eines einheitlichen Ressourcenlokalisierers ("uniform resource locator" URL) zum Zugreifen auf einen entfernten Computer oder Server über eine Netzverbindung ergeben.

Vorteilhafter Weise stellt das Dienstesystem 1010 (Fig. 4) Ferndienste wie ein Fernupgrade, Ferndiagnosen, Fernwartung, Ferndarstellungen, eine Ferndateispeicherung, Fernsteuerung und Fernanpassungen an Systemparameter und Funktionen bereit. Des Weiteren können die Ferndienste Vertragsausgestaltungen wie eine Lizenz pro Benutzung bereitstellen, die das Mieten bzw. Leasen der medizinischen Diagnoseausrüstung pro Benutzung darstellen. Außerdem können die Ferndienste eine Online-Expertenunterstützung für Bildabtastverfahren, die Bildanalyse, Pathologieerfassung, Abbildungseinrichtungswartung und andere Expertenunterstützte Funktionen enthalten.

Obwohl die in den Figuren dargestellten, und vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele gegenwärtig bevorzugt werden, ist selbstverständlich, dass die Ausführungsbeispiele nur der Veranschaulichung dienen. Andere Ausführungsbeispiele können verbesserte Ferndienste enthalten, die durch die hier beschriebenen Netzstrukturen und Funktionen ermöglicht werden. Die Erfindung ist nicht auf ein bestimmtes Ausführungsbeispiel beschränkt, sondern erstreckt sich auf verschiedene Modifikationen, Kombinationen und Permutationen, die nichts desto weniger in den Schutzbereich der beigefügten Patentansprüche fallen.

Vorstehend ist ein Verfahren zur Erzeugung eines Bildes eines Objekts (28) unter Verwendung eines Computertomographie-(CT-)Abbildungssystems (1016) beschrieben, das zumindest ein Röntgenerfassungsarray (22) und zumindest eine rotierende Röntgenquelle (16) enthält, die einen Röntgenstrahl (20) projiziert. Das Verfahren enthält die Schritte der Identifikation eines physiologischen Zyklus des Objekts (28) (der Zyklus umfasst eine Vielzahl von Phasen), der Auswahl zumindest einer Phase des Objekts (28), der Erfassung zumindest eines Segments von Projektionsdaten für jede ausgewählte Phase des Objekts (28) während jeder Drehung jeder Röntgenquelle (16), der Erzeugung eines Projektionsdatensatzes durch Kombination der Projektionsdatensegmente, der Erzeugung eines Querschnittbildes des gesamten Objekts (28) aus dem Projektionsdatensatz und der Kommunikation des Bildes oder der mit dem Bild assoziierten Daten zu einer entfernten Einrichtung (1022). Die entfernte Einrichtung (1022) stellt Ferndienste über ein Netz (1080) bereit.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung eines Bildes eines Objekts unter Verwendung eines Computertomographie-(CT-)Abbildungssystems (1016), wobei das Abbildungssystem (1016) zumindest ein Röntgenerfassungsarray

(22) und zumindest eine sich drehende Röntgenquelle (16) enthält, die einen Röntgenstrahl (20) projiziert, mit den Schritten
 Identifizieren eines physiologischen Zyklus des Objekts (28), der eine Vielzahl von Phasen aufweist, 5
 Auswählen zumindest einer Phase des Objekts (28), Erfassen zumindest eines Segments von Projektionsdaten für jede ausgewählte Phase des Objekts (28) während jeder Drehung jeder Röntgenquelle (16),
 Erzeugen eines Projektionsdatensatzes nach Kombinieren der Projektionsdatensegmente, 10
 Erzeugen eines Querschnittbildes des gesamten Objekts aus dem Projektionsdatensatz und
 Kommunizieren des Bildes oder von mit dem Bild assoziierten Daten zu einer entfernten Einrichtung 15 (1022), die Ferndienste über ein Netz (1080) bereitstellt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Erzeugung eines Projektionsdatensatzes durch Kombination der Projektionsdatensegmente den Schritt der Erzeugung 20 eines Projektionsdatensatzes für jede ausgewählte Phase des Objekts (28) durch Kombinieren der für die ausgewählte Phase erfassten Projektionsdatensegmente umfasst.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Erfassung 25 zumindest eines Segments von Projektionsdaten für jede ausgewählte Phase des Objekts (28) während jeder Drehung jeder Röntgenquelle (16) die Schritte umfasst Drehen jeder Röntgenquelle (16) eine Vielzahl von 30 Drehungen und

Emittieren eines Röntgenstrahls (20) von jeder Röntgenquelle (16) zu jedem Röntgenerfassungsarray (22) von einer Vielzahl von Projektionswinkeln aus.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die Erfassung 35 zumindest eines Segments von Projektionsdaten für jede ausgewählte Phase des Objekts (28) während jeder Drehung jeder Röntgenquelle (16) ferner den Schritt der Erfassung jedes Segments von Projektionsdaten für die ausgewählte Phase von einem unterschiedlichen 40 Projektionswinkel aus umfasst.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei die Erfassung jedes Segments der Projektionsdaten für die ausgewählte Phase von einem unterschiedlichen Projektionswinkel 45 aus den Schritt der Änderung einer Drehgeschwindigkeit jeder Röntgenquelle (16) umfasst.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei das Emittieren eines Röntgenstrahls (20) von jeder Röntgenquelle (16) zu jedem Röntgenerfassungsarray (22) von einer Vielzahl von Projektionswinkeln aus den Schritt der Emission eines Röntgenstrahls (20) von jeder Röntgenquelle 50 (16) für einen bestimmten Abbildungszeitabschnitt umfasst.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei die Drehgeschwindigkeit jeder Röntgenquelle (16) folgendermaßen 55 bestimmt wird

$$V_G = \frac{1}{(T_c \pm (n * R_t))}$$

wobei T_c die Herzzykluszeit in Sekunden, n eine ganzzahlige Konstante und R_t der bestimmte Abbildungszeitabschnitt in Sekunden ist. 60

8. Verfahren nach Anspruch 6, wobei die Erfassung zumindest eines Segments von Projektionsdaten für jeden Zyklus des Objekts (28) den Schritt der Änderung 65 der Drehgeschwindigkeit jeder Röntgenquelle (16) folgendermaßen umfasst

$$V_G = \frac{180 + \frac{\gamma}{n}}{180 * w}$$

(in Drehungen pro Sekunde)

wobei w eine Periode eines physiologischen Zyklus (in Sekunden), γ ein Projektionswinkelbereich für einen vollständigen Projektionsdatensatz (in Grad) und n eine ausgewählte ganze Zahl von Zyklen zur Erfassung eines vollständigen Projektionsdatensatzes ist.

9. Verfahren nach Anspruch 6, wobei die Erfassung zumindest eines Segments von Projektionsdaten für jeden Zyklus des Objekts (28) den Schritt der Änderung der Drehgeschwindigkeit jeder Röntgenquelle (16) folgendermaßen umfasst

$$V_G = \frac{360 + \frac{\gamma}{n}}{360 * w}$$

(in Drehungen pro Sekunde)

wobei w eine Periode eines physiologischen Zyklus (in Sekunden), γ ein Projektionswinkelbereich für einen vollständigen Projektionsdatensatz (in Grad) und n eine ausgewählte Anzahl von Zyklen zur Erfassung eines vollständigen Projektionsdatensatzes ist.

10. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Abbildungssystem (1016) eine erste Röntgenquelle (16), eine zweite Röntgenquelle (16), ein erstes Erfassungsarray (23) und ein zweites Erfassungsarray (22) enthält.

11. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Auswahl 50 zumindest einer Phase des Objekts (28) die Schritte umfasst

Auswählen einer ersten ausgewählten Phase des Objekts (28) und

Auswählen einer zweiten ausgewählten Phase des Objekts (28).

12. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Identifizieren eines physiologischen Zyklus des Objekts (28) den Schritt der Identifikation eines physiologischen Zyklus des Herzens umfasst, der eine systolische Phase und eine diastolische Phase enthält.

13. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Identifizierung eines physiologischen Zyklus des Objekts (28) den Schritt der Identifikation eines physiologischen Zyklus eines Atmungssystems umfasst.

14. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Erzeugung eines Projektionsdatensatzes durch Kombination der Projektionsdatensegmente die Schritte umfasst 55 Drehen jeder Röntgenquelle (16) um eine Vielzahl von Projektionswinkeln,

Erfassen von Projektionsdaten für eine Vielzahl von Projektionswinkeln unter Verwendung jedes Erfassungsarrays (22) und

Umordnen der Projektionsdaten für jede ausgewählte Phase des Objekts (28).

15. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Erfassung zumindest eines Segments von Projektionsdaten für jede ausgewählte Phase des Objekts (28) während jeder Drehung jeder Röntgenquelle (16) die Schritte umfasst Erfassen eines arhythmischen Zyklus des Objekts (28) und

Erfassen von Ersatzprojektionsdaten für die während des arhythmischen Zyklus erfassten Projektionsdaten.

16. Computertomographie-(CT-)Abbildungssystem (1016) zur Erzeugung eines Bildes eines Objekts (28) mit zumindest einem Röntgenerfassungsarray (22) und zumindest einer sich drehenden Röntgenquelle (1016), die einen Röntgenstrahl (20) projiziert, wobei das Abbildungssystem (1016) dazu eingerichtet ist einen physiologischen Zyklus des Objekts (28) zu identifizieren, der eine Vielzahl von Phasen umfasst, einem Bediener die Auswahl zumindest einer Phase des Objekts (28) zu ermöglichen, zumindest ein Segment von Projektionsdaten für jede ausgewählte Phase des Objekts (28) während jeder Drehung jeder Röntgenquelle (16) zu erfassen, einen Projektionsdatensatz durch Kombinieren der Projektionsdatensegmente zu erzeugen, ein Querschnittbild des gesamten Objekts (28) aus dem Projektionsdatensatz zu erzeugen und das Bild oder mit dem Bild assoziierte Daten zu einer entfernten Einrichtung (1022) zu kommunizieren, die Ferndienste über ein Netz (1080) bereitstellt.

17. Abbildungssystem nach Anspruch 16, wobei das Abbildungssystem (1016) zur Erzeugung eines Projektionsdatensatzes durch Kombination der Projektionsdatensegmente zur Erzeugung des Projektionsdatensatzes für jede ausgewählte Phase des Objekts (28) durch Kombinieren der für die ausgewählte Phase erfassten Projektionsdatensegmente eingerichtet ist.

18. Abbildungssystem nach Anspruch 16, wobei das Abbildungssystem (1016) zur Erfassung zumindest eines Segments von Projektionsdaten für jede ausgewählte Phase des Objekts (28) während jeder Drehung jeder Röntgenquelle (16) dazu eingerichtet ist jede Röntgenquelle (16) mit einer Vielzahl von Drehungen zu drehen und einen Röntgenstrahl (20) von jeder Röntgenquelle (16) zu jedem Röntgenerfassungsarray (22) von einer Vielzahl von Projektionswinkeln aus zu emittieren.

19. Abbildungssystem nach Anspruch 18, wobei das Abbildungssystem (1016) zur Erfassung zumindest eines Segments von Projektionsdaten für jede ausgewählte Phase des Objekts (28) während jeder Drehung jeder Röntgenquelle (16) ferner zur Erfassung jedes Segments von Projektionsdaten für die ausgewählte Phase von einem unterschiedlichen Projektionswinkel aus eingerichtet ist.

20. Abbildungssystem nach Anspruch 19, wobei das System (1016) zur Erfassung jedes Segments von Projektionsdaten für die ausgewählte Phase von dem unterschiedlichen Projektionswinkel aus zur Änderung einer Drehgeschwindigkeit jeder Röntgenquelle (16) eingerichtet ist.

21. Abbildungssystem nach Anspruch 20, wobei das Abbildungssystem (1016) zum Emittieren eines Röntgenstrahls (20) von jeder Röntgenquelle (16) zu jedem Röntgenerfassungsarray (22) von einer Vielzahl von Projektionswinkeln aus zum Emittieren eines Röntgenstrahls (20) von jeder Röntgenquelle (16) für einen vorbestimmten Abbildungszeitabschnitt eingerichtet ist.

22. Abbildungssystem nach Anspruch 21, wobei die Drehgeschwindigkeit jeder Röntgenquelle (16) folgendermaßen bestimmt ist

$$V_G = \frac{1}{(T_c \pm (n * R_i))}$$

(in Umdrehungen pro Sekunde)

Wobei T_c die Herzzykluszeit in Sekunden, n eine ganzzahlige Konstante und R_i der bestimmte Abbildungszeitabschnitt in Sekunden ist.

23. Abbildungssystem nach Anspruch 21, wobei das Abbildungssystem (1016) zur Erfassung zumindest eines Segments von Projektionsdaten für jeden Zyklus des Objekts (28) zur Änderung der Drehgeschwindigkeit jeder Röntgenquelle (16) folgendermaßen eingerichtet ist

$$V_G = \frac{180 + \frac{\gamma}{n}}{180 * w}$$

(in Drehungen pro Sekunde)

wobei w eine Periode eines physiologischen Zyklus (in Sekunden), γ ein Projektionswinkelbereich für einen vollständigen Projektionsdatensatz (in Grad) und n eine ausgewählte ganze Zahl von Zyklen zur Erfassung eines vollständigen Projektionsdatensatzes ist.

24. Abbildungssystem nach Anspruch 21, wobei das Abbildungssystem (1016) zur Erfassung zumindest eines Segments von Projektionsdaten für jeden Zyklus des Objekts (28) zur Änderung der Drehgeschwindigkeit jeder Röntgenquelle (16) folgendermaßen eingerichtet ist

$$V_G = \frac{360 + \frac{\gamma}{n}}{360 * w}$$

(in Drehungen pro Sekunde)

wobei w eine Periode eines physiologischen Zyklus (in Sekunden), γ ein Projektionswinkelbereich für einen vollständigen Projektionsdatensatz (in Grad) und n eine ausgewählte Anzahl von Zyklen zur Erfassung eines vollständigen Projektionsdatensatzes ist.

25. Abbildungssystem nach Anspruch 16, wobei das Abbildungssystem (1016) eine erste Röntgenquelle (16), eine zweite Röntgenquelle (16), ein erstes Erfassungsarray (22) und ein zweites Erfassungsarray (22) enthält.

26. Abbildungssystem nach Anspruch 16, wobei das Abbildungssystem (1016) zum Ermöglichen der Auswahl zumindest einer Phase des Objekts (18) durch einen Bediener dazu eingerichtet ist dem Bediener die Auswahl einer ersten ausgewählten Phase des Objekts (28) zu ermöglichen und dem Bediener die Auswahl einer zweiten ausgewählten Phase des Objekts (28) zu ermöglichen.

27. Abbildungssystem nach Anspruch 16, wobei das Abbildungssystem (1016) zur Identifizierung eines physiologischen Zyklus des Objekts (28) zur Identifizierung eines physiologischen Zyklus des Herzens mit einer systolischen Phase und einer diastolischen Phase eingerichtet ist.

28. Abbildungssystem nach Anspruch 16, wobei das Abbildungssystem (1016) zur Identifizierung eines physiologischen Zyklus des Objekts (28) zur Identifizierung eines physiologischen Zyklus des Atmungssystems eingerichtet ist. 5

29. Abbildungssystem nach Anspruch 16, wobei das Abbildungssystem (1016) zur Erzeugung eines Projektionsdatensatzes durch Kombination der Projektionsdatensegmente dazu eingerichtet ist jede Röntgenquelle (16) um eine Vielzahl von Projektionswinkel zu drehen, Projektionsdaten für eine Vielzahl von Projektionswinkeln unter Verwendung jedes Erfassungsarrays (22) zu erfassen und die Projektionsdaten für jede ausgewählte Phase des Objekts (28) umzuordnen. 10 15

30. Abbildungssystem nach Anspruch 16, wobei das Abbildungssystem (1016) zur Erfassung zumindest eines Segments von Projektionsdaten für jede ausgewählte Phase des Objekts (28) während jeder Drehung jeder Röntgenquelle (16) dazu eingerichtet ist einen arhythmischen Zyklus des Objekts (28) zu erfassen und Ersatzprojektionsdaten für die während des arhythmischen Zyklus erfassten Projektionsdaten zu erfassen. 20 25

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

60

65

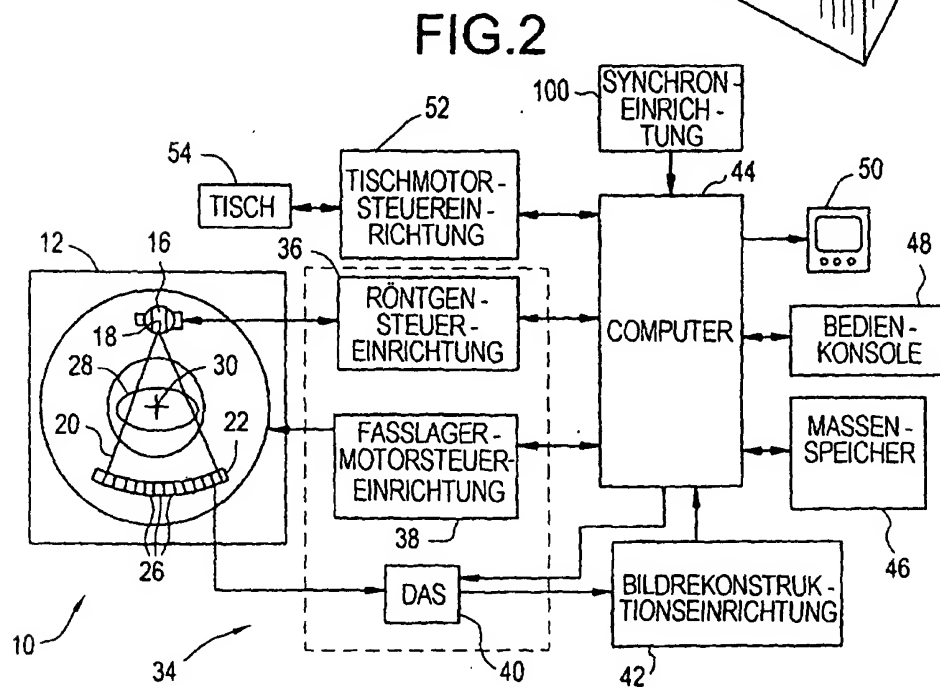
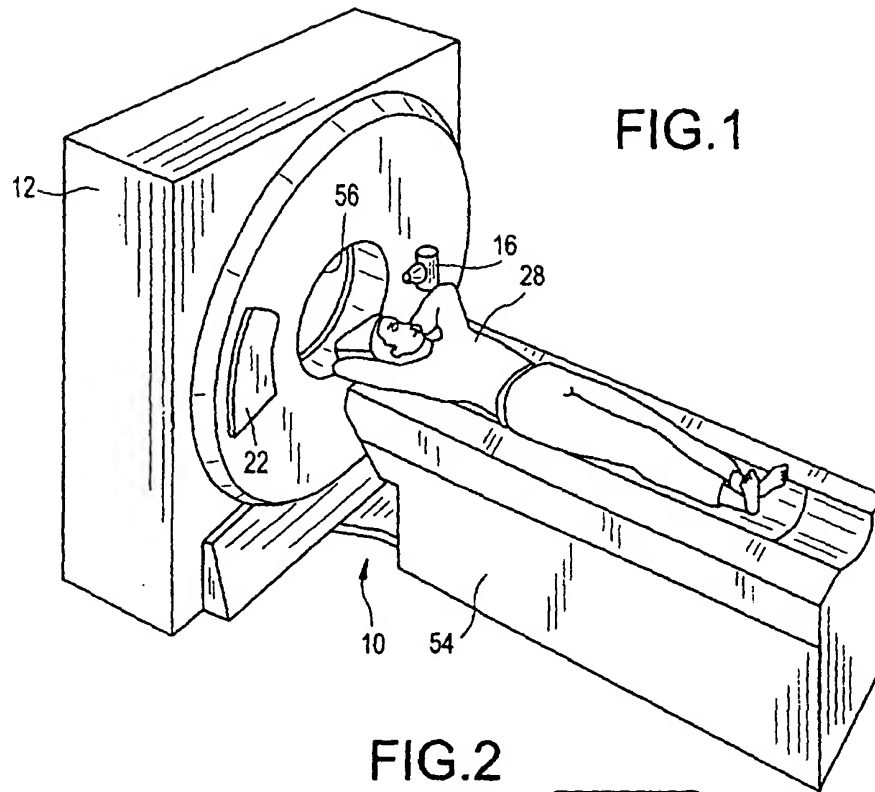


FIG. 3

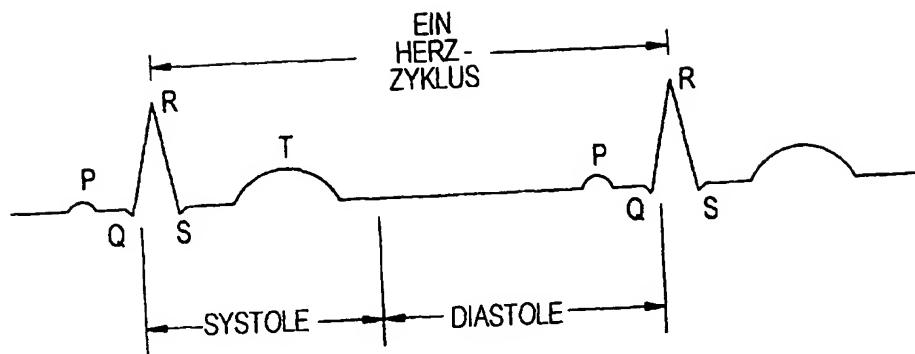


FIG. 4

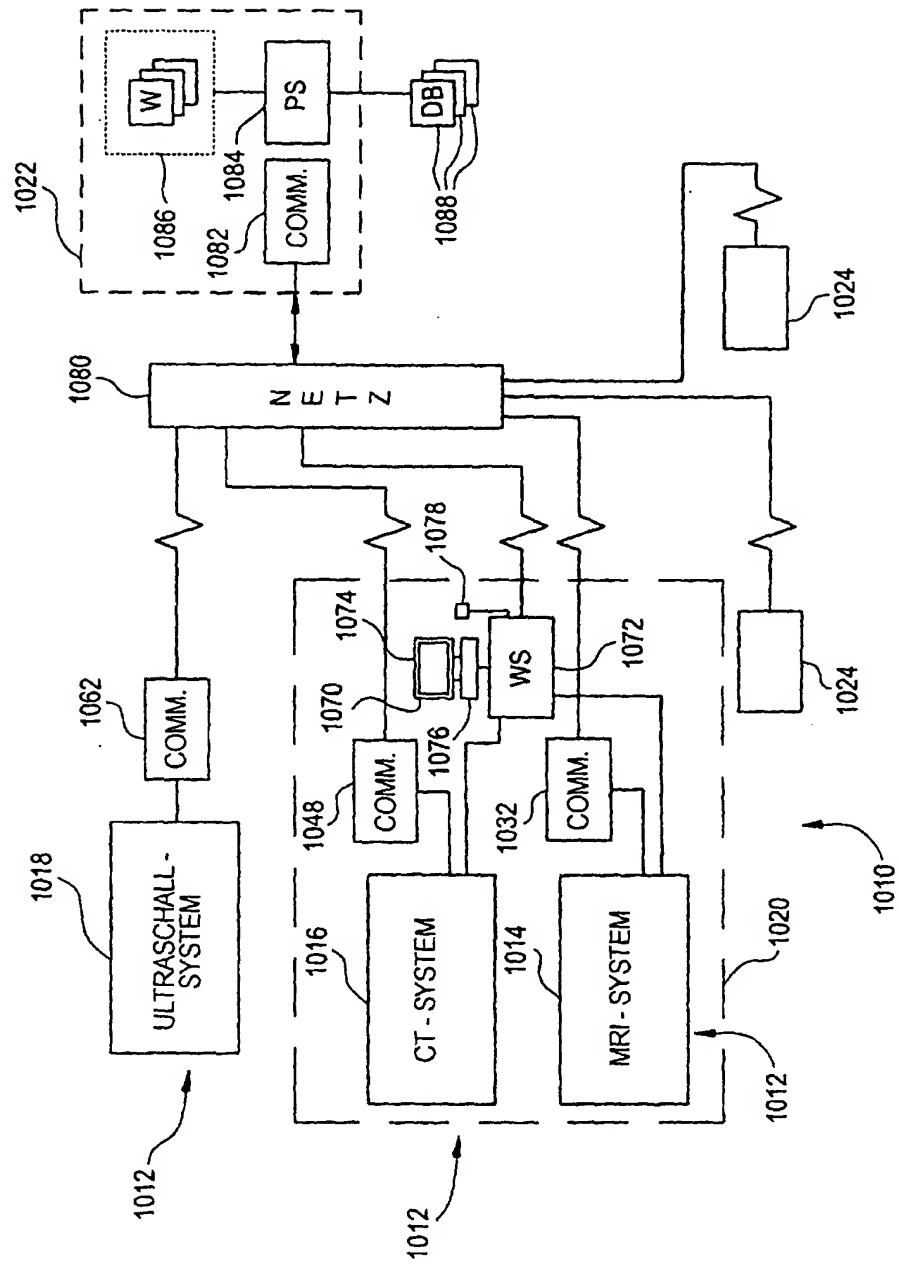


FIG. 5

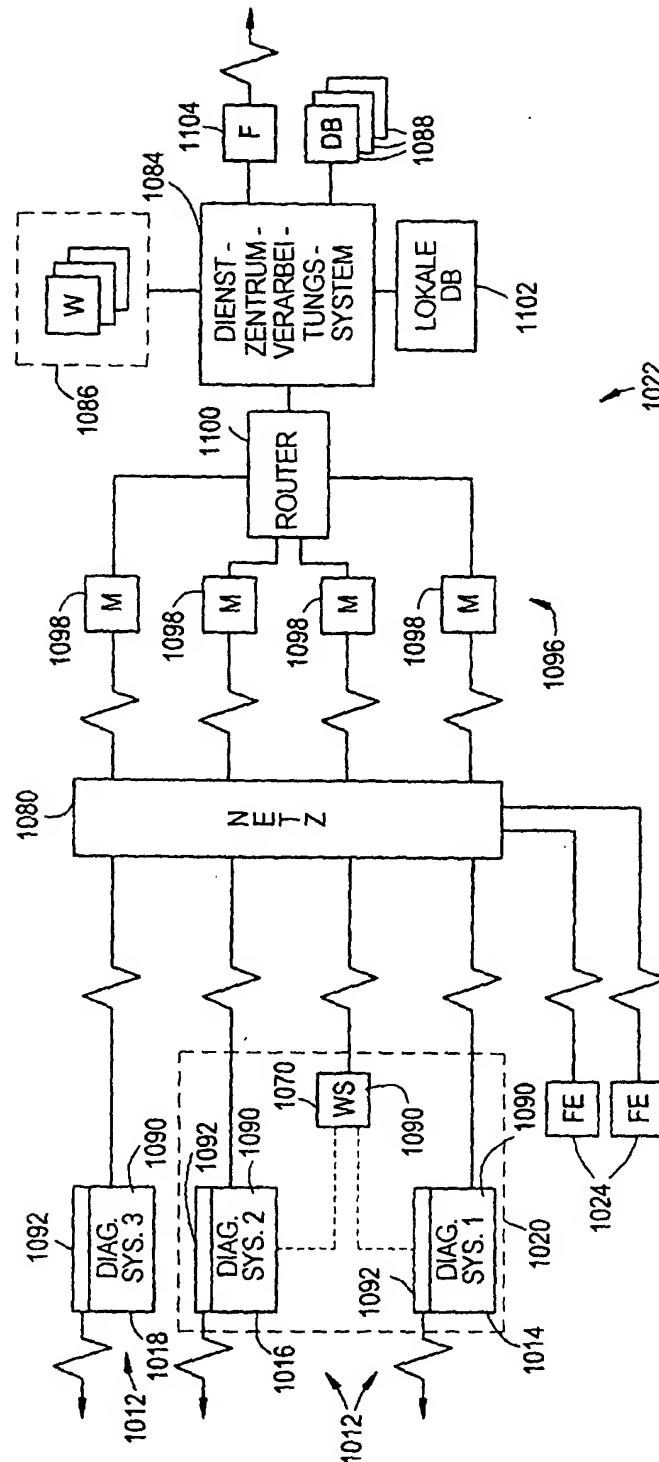


FIG. 6

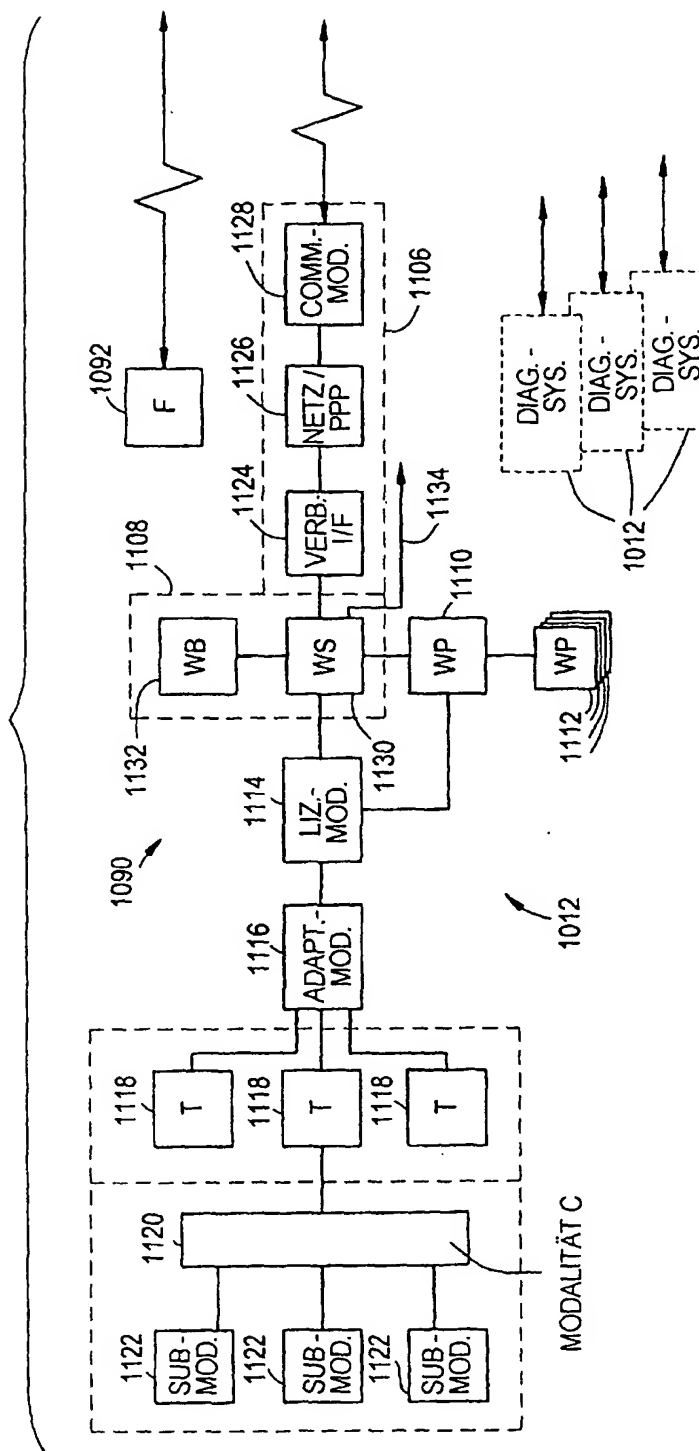


FIG. 7

